

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

2015 г.

Регистрационный № УД 1448 /уч.



**Генная инженерия**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

направления специальности 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология);

1-31 01 03 Микробиология

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013, ОСВО 1-31 01 03-2013, типовой учебной программы ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. № ТД-Г. 531/тип. 2015 г. и учебных планов УВО №G31-129/уч. 2013 г., №G31-131/уч. 2013 г., №G31з-156/уч.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Анатолий Николаевич Евтушенков, заведующий кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Александр Вячеславович Качан, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 15 октября 2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 11 ноября 2015 г.)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Генная инженерия» относится к дисциплинам государственного компонента цикла специальных дисциплин учебных планов по специальностям 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология), 1-31 01 03 Микробиология.

Генная инженерия – технология получения новых комбинаций генетического материала, с помощью проводимых *in vitro* манипуляций с молекулами нуклеиновых кислот и переноса созданных конструкций генов в реципиентный организм.

Методы генной инженерии успешно применяются для решения фундаментальных проблем биологии. С возникновением данной области биологической науки у исследователей появилась возможность изучать структуру, функционирование и регуляцию индивидуальных генов прокариотических и эукариотических организмов, а также целенаправленно проводить изменение их геномов.

Генная инженерия дала толчок зарождению нового направления биотехнологии – молекулярной биотехнологии. Технологии рекомбинантных ДНК позволили осуществлять конструирование штаммов-суперпродуцентов ферментов, антибиотиков, витаминов и других биомолекул, использующихся в пищевой и фармацевтической промышленности, для нужд сельского хозяйства, при проведении мероприятий по охране окружающей среды. В медицине методы генной инженерии получили применение для создания новых способов диагностики и лечения различных заболеваний, в том числе наследственных. Таким образом, генная инженерия является важным звеном в подготовке современных специалистов-биотехнологов и микробиологов.

Цель учебной дисциплины – сформировать у студентов теоретическое представление об основных методах генной инженерии и дать элементарные навыки постановки генно-инженерного эксперимента в ходе лабораторных занятий.

Задачи учебной дисциплины:

- 1) познакомить студентов с основными ферментами, векторами, используемыми в качестве инструментов генной инженерии;
- 2) дать представление об основных методах и аппаратуре, применяемых для постановки генно-инженерных экспериментов;
- 3) научить студентов анализировать современные данные об использовании методов генной инженерии для создания трансгенных растений и животных с полезными свойствами.

Для успешного овладения учебной дисциплиной необходимы начальные знания по курсам «Цитология и гистология», «Генетика», «Биохимия» либо «Структурная биохимия», «Микробиология» и др.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные методы создания банков генов и их использование для клонирования отдельных генов и анализа геномных последовательностей;
- методы анализа, идентификации генов и их продуктов;

- принципы создания эффективных конструкций для экспрессии генов;
- цели и методы получения трансгенных животных и растений;

**уметь:**

- выделять плазмидную и геномную ДНК;
- ставить реакции рестрикции и лигирования;
- проводить электрофоретический анализ ДНК;
- трансформировать клетки бактерий;
- отбирать рекомбинантные клоны;
- определять экспрессию генов;

**владеть:**

- методами анализа геномной и плазмидной ДНК создания гибридных молекул;
- специальной терминологией по генетической инженерии.

Изучение учебной дисциплины «Генная инженерия» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Проводить патентную работу, составлять патентные заявки.

ПК-10. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

ПК-11. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-12. Использовать специальную аппаратуру, оборудование, приборы и технические средства для осуществления производственной деятельности.

ПК-13. Обеспечивать технологическую эксплуатацию микробиологического производства.

ПК-14. Разрабатывать планы мероприятий повышения эффективности и экологической безопасности микробиологического производства.

ПК-18. Владеть информацией о производствах, основанных на использовании микробиологических объектов в Республике Беларусь, странах ближнего и дальнего зарубежья, и использовать ее в производственной деятельности.

В соответствии с учебным планом для направления специальности 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология) изучение учебной дисциплины осуществляется в 6 семестре. В соответствии с учебным планом специальности 1-31 01 03 Микробиология изучение учебной дисциплины осуществляется в 7 семестре. Программа учебной дисциплины рассчитана на 120 часов, в том числе 40 часов аудиторных: 20 - лекционных, 16 - лабораторных занятий, 4 - аудиторного контроля управляемой самостоятельной работы. Форма аттестации – экзамен.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 8-9 семестрах. Программа учебной дисциплины рассчитана на 120 часов, в том числе 12 часов аудиторных: 10 - лекционных, 2 – практических занятий. Форма аттестации – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **I. ВВЕДЕНИЕ**

Основные открытия современной биологии, послужившие фундаментом для возникновения генетической инженерии. Предмет и задачи генной инженерии и ее связь с другими биологическими дисциплинами.

### **II. ФЕРМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ, ИХ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ**

Рестрицирующие эндонуклеазы I, II и III классов. Особенности ферментов рестрикции II класса. Другие ферменты нуклеазного действия (S1-нуклеаза, *Bal31*- нуклеаза, нуклеаза из микрококка, ДНК-аза 1). Экзонуклеазы. Экзонуклеазы, действующие на одноцепочечные ДНК. Экзонуклеазы, действующие на двухцепочечные ДНК (3'-5' и 5'-3'). Рибонуклеазы.

Полимеразы. ДНК-зависимые ДНК-полимеразы. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. ДНК-независимые РНК-полимеразы. РНК-зависимые ДНК-полимеразы. ДНК-лигазы.

Фосфатазы и киназы.

### III. ВЕКТОРЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ, ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Векторы на основе репликонов бактериальных плазмид (pBR322, PUC18). Векторы на основе бактериофагов (M13,  $\lambda$ ). Векторы на основе вирусов животных. Векторы на основе Ti- плазмид.

### IV. СОЗДАНИЕ И СКРИНИНГ БИБЛИОТЕК ГЕНОВ

**Основные подходы к получению библиотек ДНК прокариотических и эукариотических организмов.** Получение библиотеки ДНК с помощью вирусных или плазмидных векторов. Два типа библиотек ДНК используется для разных целей. Получение библиотек кДНК из отобранных популяций молекул мРНК.

**Скрининг рекомбинантных ДНК библиотек.** Выявления нужных клонов в генной библиотеке путем гибридизации с радиоактивным ДНК-зондом. Выделение перекрывающихся клонов ДНК («прогулка по хромосоме») с целью идентификации соседних генов. Идентификация клонов ДНК путем трансляции *in vitro*. Выделение и очистка рекомбинантных клонов.

**Секвенирование ДНК.** Методы секвенирования ДНК. Использование нерадиоактивных меток при секвенировании. Конструирование делеций для секвенирования. Приготовление матриц для секвенирования ДНК. Компьютерный анализ ДНК и кодируемых белков. Использование для анализа баз данных ДНК и белковых последовательностей (GenBank, EMBL, FASTA, PIR и т.п.)

**Полимеразная цепная реакция (ПЦР).** Амплификация ДНК с помощью ПЦР. Амплификация РНК с помощью ПЦР. Молекулярное клонирование ПЦР-продуктов.

**Мутагенез клонированной ДНК.** Сайт-специфический мутагенез. Направленный мутагенез с помощью олигонуклеотидов. Мутагенез с использованием ПЦР.

### V. ЭКСПРЕССИЯ БЕЛКОВ

Экспрессия белков в *E.coli*. Экспрессия белков с использованием T7 РНК-полимеразы и промоторов фагов. Экспрессия белков с использованием векторов с регулируемыми элементами фага лямбда. Продукция слитых белков с использованием специальных экспрессирующих векторов. Повышение эффективности систем экспрессии эукариотических белков в клетках *E.coli*.

**Генно-инженерные системы для получения биологически активных веществ.** Генно-инженерная система бактерий рода *Bacillus*. Генно-инженерные системы грам-положительных микроорганизмов родов *Streptomyces*, коринеформных бактерий.

Генно-инженерная система дрожжей *Saccharomyces*.

Системы экспрессии на основе бакуловирусов. Продукция больших количеств белков в клетках насекомых.

Системы для экспрессии белков в животных клетках. Векторы экспрессии на основе вирусов животных.

**Анализ белков.** Биосинтетическое мечение белков. Электрофоретический анализ белков. Иммуноблоттинг и иммунодетекция.

## **VI. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

Введение ДНК в клетки животных, растений, бактерий, дрожжей. Конструирование линий клеток, суперпродуцирующих биологически активные вещества. Получение трансгенных растений и животных с полезными свойствами. Генная терапия болезней человека и животных, являющихся следствиями дефектов генетического аппарата и его функций.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение	2						
2	Ферменты, используемые в генной инженерии, их основные свойства и применение	2			6			
3	Векторы, используемые в генетической инженерии, их основные характеристики	4			6		2	Контрольная работа
4	Создание и скрининг библиотек генов	6			4			
5	Экспрессия белков	4					2	Контрольная работа
6	Перспективы использования достижений генетической инженерии	2						



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение. Ферменты, используемые в генной инженерии, их основные свойства и применение	2						
2	Векторы, используемые в генетической инженерии, их основные характеристики	2	2					Устный опрос
3	Создание и скрининг библиотек генов	2						
4	Экспрессия белков	2						
5	Перспективы использования достижений генетической инженерии	2						

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### О с н о в н а я:

1. *Глик Б.* Молекулярная биотехнология / Б. Глик, Дж. Пастернак. Принципы и применение. М.: Мир, 2002.
2. *Рыбчин В.Н.* Основы генетической инженерии / В.Н. Рыбчин. Санкт-Петербург: Издательство СПбГТУ, 2002.
3. *Щелкунов С.Н.* Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов. Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004.

#### Д о п о л н и т е л ь н а я.

1. *Картель Н.А.* Биотехнология в растениеводстве / Н.А. Картель, А.В. Кильчевский. Минск: «Тэхналогія», 2005.
2. Сельскохозяйственная биотехнология: векторные системы молекулярного клонирования / М.: Агропромиздат, 1991.
3. Клонирование ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1988.
4. Новое в клонировании ДНК. Методы / Под ред. Д. Гловера. М.: Мир, 1989.
5. Short Protocols in Molecular biology (Third Edition) / Ed. F.M. Ausubel et al., Wiley @Sons/Inc, 1995

### ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Контрольная работа по разделам «Ферменты, используемые в генной инженерии, их основные свойства и применение» и «Векторы, используемые в генетической инженерии, их основные характеристики».
2. Контрольная работа по разделам «Создание и скрининг библиотек генов» и «Экспрессия белков».

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей и итоговой аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика

рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

В качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован экзамен.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.

### **ПЕРЕЧНИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

#### **Дневная форма получения высшего образования**

1. Выделение и очистка плазмидной ДНК (4 ч).
2. Выделение и очистка хромосомной ДНК (4 ч).
3. Электрофорез ДНК в агарозном геле (4 ч).
4. Кальциевая трансформация клеток *Escherichia coli* плазмидной ДНК (4 ч).

### **ПЕРЕЧНИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **Заочная форма получения высшего образования**

1. Электрофорез ДНК в агарозном геле (2 ч).

### **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ**

Итоговая оценка (минимум 4, максимум 10 баллов) определяется по формуле:

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,3 + B \times 0,7,$$

где *A* – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,

*B* – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) <sup>1</sup>
Цитология и гистология	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 7 от 15 октября 2015 г.
Микробиология	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 7 от 15 октября 2015 г.
Генетика	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 7 от 15 октября 2015 г.
Биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 7 от 15 октября 2015 г.

---